Journal of Agroecology
Vol. 13, No.4, Winter 2022, p. 689-704

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، ص ۷۰۴-۶۸۹

مقاله پژوهشی

تأثیر تاریخ کاشت بر ویژگی‌های کمّی و کیفی یونجه حلزونی (*Medicago scutellata* L.) تحت تأثیر عمق کشت و میزان بذر مصرفی

سعید شرفی[1*] و محمود رمرودی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۰۹

شرفی، س.، و رمرودی، م.، ۱۴۰۰. تأثیر تاریخ کاشت بر ویژگی‌های کمّی و کیفی یونجه حلزونی (*Medicago scutellata* L.) تحت تأثیر عمق کشت و میزان بذر مصرفی. بوم‌شناسی کشاورزی ۱۳(۴): ۷۰۴-۶۸۹.

چکیده

با توجه به سازگاری یونجه حلزونی (*Medicago scutellata* L.) به‌ویژه در مناطق نیمه‌خشک کشور، تأمین علوفه با کیفیت، تثبیت نیترو ن و جلوگیری از فرسایش خاک جایگاه مهمی در تناوب زراعی یافته است، بنابراین، بررسی عوامل مدیریت زراعی در بهبود عملکرد کمّی و کیفی آن اهمیت بسیاری دارد. هدف از این پژوهش، ارزیابی تأثیر عوامل مدیریت زراعی تاریخ کاشت (۱۵ و ۳۱ تیر ماه ۱۳۹۶)، عمق کاشت (۱ و ۲ سانتی‌متر) و میزان بذر مصرفی (۲/۵، ۷/۵، ۱۲/۵ و ۱۷/۵ کیلوگرم در هکتار معادل ۲۰، ۵۰، ۸۵ و ۱۲۵ بوته در مترمربع) بر ویژگی‌های کمّی و کیفی علوفه یونجه حلزونی در شرایط اقلیمی اراک بود. آزمایش به‌صورت اسپیلت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد، که تاریخ کاشت در کرت اصلی، عمق کاشت و میزان بذر در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین وزن علوفه خشک و وزن خشک ساقه (به‌ترتیب ۲۸۸۴/۱۳ و ۱۶۳۱/۷۱ کیلوگرم در هکتار) در تیمار میزان بذر مصرفی ۱۲/۵ کیلوگرم در هکتار، در عمق کاشت یک سانتی‌متر و در تاریخ کاشت ۳۱ تیر مشاهده شد. بر همین اساس میزان علوفه خشک حاصل از تاریخ کاشت ۳۱ تیر ۱۰/۷۷ درصد و عمق کاشت یک سانتی‌متر ۱۹/۸۴ درصد به‌ترتیب بیشتر از تاریخ کاشت ۱۵ تیر و عمق کاشت دو سانتی‌متر گزارش گردید. سهم وزن خشک ساقه در تاریخ کاشت ۳۱ تیر و عمق کاشت یک سانتی‌متر به‌ترتیب ۵۳/۹۶ و ۵۵/۲۴ درصد از کل علوفه خشک بود. هم‌چنین سهم وزن خشک غلاف و برگ از علوفه خشک برای تاریخ کاشت ۳۱ تیر به‌ترتیب ۳۴/۱۳ و ۱۱/۹۱ درصد و برای عمق کاشت یک سانتی‌متر به‌ترتیب ۳۳/۵۶ و ۱۱/۱۸ درصد گزارش گردید. با افزایش مقدار بذر مصرفی، درصد الیاف افزایش و درصد پروتئین خام رو به کاهش نهاد. با در نظر گرفتن قدرمطلق مقدار شیب (ضریب x) معادلات مربوط به این دو ویژگی مشخص گردید که تأثیرپذیری درصد الیاف از تراکم بیشتر از اثرپذیری درصد پروتئین خام از این تیمار است. با توجه به نتایج به‌دست آمده تاریخ کاشت ۳۱ تیر، عمق کاشت یک سانتی‌متر و میزان بذر مصرفی ۱۲/۵ کیلوگرم در هکتار، عملکرد کمّی و کیفی بهتری را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: درصد الیاف، درصد پروتئین، شاخص سطح برگ، عملکرد علوفه، کشت تابستانه

مقدمه

۱- استادیار گروه علوم و مهندسی محیط‌زیست، دانشکده کشاورزی و محیط‌زیست، دانشگاه اراک، اراک، ایران.
۲- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
(*- نویسنده مسئول
(Corresponding author: s-sharafi@araku.ac.ir
Doi:10.22067/jag.v13i4.85812

با توجه به روند صعودی افـزایش جمعیـت و در نتیجـه، اعمـال شیوه‌های مدیریت زراعی نامناسب در دهه‌های گذشته، استفاده بهینه اراضی یکی از موضوعات مهم در کشاورزی است. بنـابراین، افـزایش تولید محصولات متنوع در راستای کشاورزی پایداری و حفـظ منـابع اراضی اهمیت بسیاری دارد (Bidadi et al., 2014). یونجه حلزونـی (*Medicago scutellata* Var. Robinson) به لحاظ خوش‌خوراکی، مواد معدنی و ویتامین‌ها می‌تواند نقـش مهمـی در تغذیـه دام داشـته باشد. علاوه‌براین، مـی‌توانـد در حفـظ خـاک در مقابـل فرسـایش و همچنین افزایش نیتروژن خاک مؤثر باشـد (Yousfi et al., 2010; Shabani et al., 2015). هر چند گونه‌هـای تیـره بقـولات توانـایی مقابله با خشکی را دارند و این موضوع بر پراکنش آن‌هـا در منـاطق خشک تأثیر گذاشته اسـت (Eric et al., 2010)، امّـا در ایـن میـان یونجه حلزونی یکی از گیاهان مهم برای تغذیه دام‌ها می‌باشد، که از وسعت پراکندگی آن می‌توان نتیجـه گرفـت کـه ایـن گیـاه قابلیـت محصول‌دهی بالا در دامنه‌ی وسیعی از نظر خاک و شرایط اقلیمی را دارا می‌باشد و حتی در شرایط سخت آب‌وهوایی می‌تواند علوفه‌ای بـا کیفیت بالا تولید کند (Esfandiari et al., 2008; Sharafi, 2020).

یکی از روش‌های موجود جهـت افـزایش حاصـلخیزی خـاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک وارد کردن بقولات یـک‌سـاله (بـه‌ویـژه یونجه حلزونی) در سیستم تناوب زراعی غله-لگوم می‌باشـد. یونجـه حلزونی یکی از مهم‌ترین گیاهان علوفه‌ای یک‌ساله در جهان به‌شمار می‌رود (Bagheri & Asadi, 2019)، که علاوه‌بر کاهش مشـکلات ناشی از آیش (جایگزین آیش)، افـزایش عملکـرد غـلات در تنـاوب زراعی را نیـز در پـی دارد (Bauchan, 1993). از بـین واریتـه‌هـای مختلف یونجه حلزونی، واریته رابینسون می‌تواند یکی از ظرفیت‌های بالقوه اصلی در کشاورزی پایدار باشد، زیرا قادر است در شرایط زراعت آبی، با یک چین طی ۶۰ تا ۷۰ روز پس از کاشت، حدود پنج تا شش تن علوفه خشک در هکتار تولید نماید (Shabani et al., 2015). بـر اساس نتایج مطلعات سندگل و همکاران (Sandgoul et al., 2006)، دری و همکـاران (Dorri et al., 2007) و شـعبانی و همکـاران (Shabani et al., 2015) در مقایسه گونه‌های یونجه حلزونی، گونه *scutellata* مقاوم به خشکی بوده و مناسب‌ترین مقدار بـذر مصـرفی برای آن در مناطق خشک از ۱۰ تا ۲۰ کیلوگرم در هکتار (بسـته بـه زراعت دیم یا آبی) متغیر است و عملکرد علوفه‌تر آن نیز بین ۹-۶ تن در هکتار می‌باشد. در کشت بهاره یونجه حلزونی، میزان علوفه خشک تولیدی در بذر مصرفی ۱۴ کیلوگرم در هکتار و در شرایط آب‌وهوایی نیمه‌خشک، سه تا پنج تن در هکتار گزارش شد (Qeisarian, 2007). در مطالعه شرفی و همکاران (Sharafi et al., 2008) میزان عملکرد ماده خشک یونجه حلزونی در کشت تابستانه (به‌عنوان جایگزین آیش تابسـتانه) و تـراکم ۸۵ بوتـه در مترمربـع ۲۶۳۲ کیلـوگرم در هکتـار به‌دست آمد.

با اینکه یونجه‌های حلزونی به‌طور بالقوه، از خوشـخوراکی بـالا، مواد معدنی مختلـف از جملـه کلسـیم، پـروتئین و هـم‌چنـین انـواع ویتامین‌ها به‌ویژه ویتامین‌های A وC برخوردارند، مـدیریت زراعـی و عوامل اقلیمی و خاکی می‌توانند کیفیت آن را تحت تأثیر قرار دهنـد. علی‌رغم برخورداری این گیاه از ویژگی‌های کیفی زیـاد و هـم‌چنـین تحمل خوب نسبت به شرایط تنش خشکی (Walsh et al., 2001; Sharafi et al., 2012)، انتخـاب تـاریخ کاشـت مناسـب مـی‌توانـد پتانسیل گیاه را برای مقابله با شرایط محیطی بهبود ببخشد (Hamidi & Safarnejad, 2010). علاوه‌براین، عوامل دیگری از جملـه عمـق کاشت و میزان بذر مصرفی می‌توانند نقش به‌سزایی در رشد و عملکرد علوفه این گیاه داشته باشند. حساسیت بالای یونجه حلزونی به تراکم توسـط سـایر محققـین تأییـد شـده اسـت (Sandgoul, 2006; Qeisarian, 2007). بنابراین، انطباق شرایط محیطی (اعم از میـزان بذر مصرفی، دمای خاک و هوا، رطوبت خاک، میزان امـلاح خـاک و شرایط خشکی) در چارچوب انتخاب تاریخ کاشت مناسـب بـرای هـر منطقه از اهمیت بالایی برخوردار است. هم‌چنین تحقیقات نشـان داد که عمق قرار گرفتن بـذر نقـش مهمـی در سـبز شـدن گیـاه دارد و بنابراین، کشت عمیق بذرها منجر به استقرار ضعیف گیاهچه‌ها خواهد شد. از طرف دیگر، انتخاب دقیق عمق کاشت، گیاهچه‌های قوی‌تـر، تسریع در گل‌دهی، افزایش عملکرد دانه و در نهایت، ایجاد بانک بذر غنی‌تری را در پی خواهد داشت (Otroshi et al., 2009; Delpozo & Ovalle, 2009; Shabani et al., 2012).

مطالعات انجام شده روی این گیاه به‌منظور بررسـی تأثیرپـذیری ویژگی‌های کیفی و کمّی علوفه از عوامل مختلف زراعی بسیار محدود است. نکته قابل ذکر دیگر این گیاه سـختی بـذر آن اسـت کـه روی تاریخ کاشت، عمق کشت و مقدار بذر مصرفی تأثیر می‌گذارد. اصـولاً تأثیر عمق کاشت بر یونجه‌های حلزونی از اهمیت خاصـی برخـوردار است، زیرا از یک طرف، درصـد قابـل تـوجهی از یـک تـوده بـذری، اصطلاحاً "بذر سخت" وجود دارد و از طرف دیگر، کشت عمیق باعث

ایجاد محور زیرلپه کوچک شده و به‌خاطر پایین بودن وزن هزاردانه این گیاه، سبزشدن با مشکل روبه‌رو می‌شود. بنابراین، هدف از این پژوهش از یک سو، معرفی یک گیاه سریع‌الرشد تحت عنوان گیاه پوششی و جایگزین آیش تابستانه به تناوب زراعی جهت بهره‌وری بیشتر از منابع آب و زمین و از سوی دیگر، ارزیابی تأثیر مدیریت زراعی شامل؛ تاریخ کاشت، عمق کاشت و میزان مصرف بذر، بر عملکرد کمّی و کیفی علوفه حاصل از یونجه حلزونی در شرایط آب و هوایی شهر اراک بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه اراک با موقعیت طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۶۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۷۴۹ متر از سطح دریا اجرا شد. بر اساس اطلاعات سازمان هواشناسی، میانگین دمای سالانه ۱۳/۳۶ درجه سانتی‌گراد (دمای حداکثر و حداقل به‌ترتیب ۲۰/۱۱ و ۶/۶ درجه سانتی‌گراد)، میانگین رطوبت نسبی ۴۵/۷۳ درصد و میزان تبخیر و تعرق پتانسیل ۱۳۳۳/۰۲ میلی‌متر در سال بود. علاوه‌بر آن، متوسط بارندگی در این منطقه ۳۱۱/۲ میلی‌متر بود، که بر اساس نتایج مطالعات اقلیمی درازمدت، بیش از ۹۰ درصد بارش‌ها در ماه‌های مهر تا اردیبهشت رخ می‌دهد. از تقسیم مقدار بارندگی بر میزان تبخیر و تعرق پتانسیل شاخص خشکسالی یونسکو تعیین می‌گردد. بر اساس این شاخص مقادیر بین ۰/۲ تا ۰/۵ معادل اقلیم نیمه‌خشک در نظر گرفته می‌شود (Sharafi et al., 2017). با توجه مقادیر بارندگی و تبخیر و تعرق شهر اراک، میزان شاخص خشکی یونسکو به‌میزان ۰/۲۲۸ تعیین گردید. برخی خصوصیات فیزیکی و وضعیت عناصر غذایی خاک محل آزمایش در جدول ۱، آمده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table 1- The climatic, physical and chemical attributes of experimental farm

خاک Soil									
عمق Depth (cm)	اسیدیته pH	شوری EC (ds.cm-3)	وزن مخصوص ظاهری Bulk density (g.cm-3)	کربن‌آلی O.C (%)	ماده‌آلی O.M	رس Clay	شن Sand	سیلت Silt	بافت Texture
0-30	7.14	2.2	1.56	1.12	0.65	34.11	31.2	34.69	رسی-لومی Clay-Loam
30-60	7.3	2.5	1.51	1.1	0.63	31.18	36.12	32.7	
عناصر غذایی Nutrients									
عمق Depth (cm)	نیتروژن کل T.N (%)	فسفر قابل جذب P available (mg.kg-1)	پتاسیم قابل جذب K available (mg.kg-1)	گوگرد قابل جذب S available (mg.kg-1)	کلسیم قابل‌جذب Ca available (mg.kg-1)	منیزیم قابل جذب Mg available (mg.kg-1)	آهن قابل جذب Fe available (mg.kg-1)	روی قابل جذب Zn available (mg.kg-1)	مس قابل جذب Cu available (mg.kg-1)
0-30	0.12	22	314	0.1	524	253	6.91	1.17	1.45
30-60	0.16	70	159	0.1	403	139	3.3	6.1	2.3

آزمایش به‌صورت اسپیلت پلات فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد، که تاریخ کاشت در کرت‌های اصلی، عمق کاشت و میزان بذر مصرفی در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. در این پژوهش اثرات دو تاریخ کاشت (۱۵ و ۳۱ تیر ماه ۱۳۹۶)، دو عمق کاشت (۱ و ۲ سانتی‌متر) و چهار سطح بذر مصرفی (۲/۵، ۷/۵، ۱۲/۵ و ۱۷/۵ کیلوگرم در هکتار معادل ۲۰، ۵۰، ۸۵ و ۱۲۵ بوته در مترمربع) بررسی گردید. مراحل عملیات آماده‌سازی زمین شامل؛ شخم، دیسک و ماله به نحو مطلوب بافاصله پس از برداشت گندم پاییزه در ۱۲ تیر ماه صورت گرفت. پس از در آوردن شیارها، نقشه آزمایش روی زمین پیاده شد. مساحت هر کرت آزمایشی شش مترمربع (۳×۲ مترمربع) که شامل؛ شش ردیف کاشت به فاصله ۲۵ سانتی‌متر بود. فاصله بین هر تکرار سه متر و بین هر کرت دو متر تعیین گردید. در این طرح از هیچ گونه کود شیمیایی استفاده نشد. متوسط وزن هزاردانه یونجه حلزونی ۱۸/۱ گرم بود. شایان توجه است که به‌علت سختی بذر، متوسط تعداد بذرهای جوانه زده کم می‌باشد (Sharafi et al., 2019). به‌دلیل اینکه بذر مورد استفاده از محل کشت سال قبل جمع‌آوری شده بود، مقادیر بذر مصرفی بر اساس میزان درصد جوانه‌زنی و در شرایط آزمایشگاهی تعیین شد. در همین

راستا تعداد ۴۰۰ بذر در چهار تکرار در شرایط آزمایشگاهی جهت آزمون جوانه‌زنی انتخاب گردید. بر اساس نتایج اولیه، متوسط درصد جوانه‌زنی ۶۵/۶۴ درصد گزارش گردید. به‌همین منظور جهت افزایش درصد جوانه‌زنی قبل کاشت بذرها را با استفاده از مالش با ماسه خراش داده، سپس اقدام به کشت آن‌ها شد.

با توجه به محدودیت منابع آبی در مناطق خشک و نیمه‌خشک نظیر شهر اراک، پایش توزیع رطوبت در نیم‌رخ خاک جهت اجرای برنامه صحیح در مدیریت آبیاری حائز اهمیّت بسیاری است. جهت تعیین مقادیر رطوبت خاک برای هر یک از تاریخ‌های کاشت از کلیه ۴۸ کرت آزمایشی در مراحل؛ یک روز قبل از کاشت[۱]، ۲۰ روز پس از کاشت و ۴۱ روز پس از کاشت[۲] نمونه‌برداری صورت گرفت. از کلیه کرت‌ها تا عمق یک متری به‌ازای هر ۲۰ سانتی‌متر یک نمونه برداشت و میانگین رطوبت حجمی عصاره اشباع برای سه تکرار محاسبه شد. اندازه‌گیری میزان رطوبت حجمی نیز با استفاده از روش انعکاس‌سنجی حوزه زمانی[۳] و توسط دستگاه انعکاس انجام گرفت. بر اساس این روش، با تعیین سرعت حرکت امواج الکترومغناطیسی در خاک، میزان رطوبت حجمی آن تخمین زده می‌شود. به‌منظور حصول یکنواختی از روش آبیاری کرتی استفاده شد. میزان آب مصرفی به‌منظور انجام اولین آبیاری، به‌میزان ۱۰۰ میلی‌متر، برای دومین آبیاری به‌میزان ۹۰ میلی‌متر و برای سومین آبیاری به‌میزان ۷۶ میلی‌متر معادل تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی یونجه حلزونی در نظر گرفته شد.

جهت نمونه‌برداری در مرحله غلاف‌دهی مساحتی معادل یک مترمربع به‌طور تصادفی و با حذف نیم متر از حاشیه هر کرت برداشت و به آزمایشگاه منتقل گردید. ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در این بررسی شامل؛ اجزای کمّی عملکرد شامل؛ علوفه خشک، وزن خشک ساقه، وزن خشک غلاف، وزن خشک برگ، تعداد غلاف در مترمربع و شاخص سطح برگ) و اجزای کیفی علوفه شامل؛ ماده خشک قابل هضم[۴]، پروتئین خام[۵]، الیاف خام[۶]، الیاف غیر محلول در شوینده اسیدی[۷]، الیاف محلول در شوینده خنثی[۸] و خاکستر خام[۹] در مرحله غلاف‌دهی بودند. برای اندازه‌گیری درصد پروتئین خام ابتدا ۰/۵ گرم نمونه را با دو گرم کاتالیزور (سولفات مس و سولفات پتاسیم به نسبت یک به ۱۰) و ۱۰ میلی لیتر اسید سولفوریک ۹۷ درصد مخلوط شد تا رنگ محلول به سبز تغییر رنگ دهد. برای تقطیر، از دستگاه کجلدال استفاده شد. به‌ازای هر پنج سی‌سی اسید سولفوریک که به نمونه اضافه شد، ۲۰ سی‌سی سود سوزآور ۳۲ درصد مخلوط کرده، سپس نمونه‌ها درون دستگاه قرار داده شدند. طرف دیگر دستگاه ارلن قرار گرفت که حاوی ۷۰ سی‌سی اسید اوریک دو درصد بود. در این مرحله اسید اوریک قرمز رنگ به سبز تغییر رنگ داد. در مرحله تقطیر معرف به‌کار رفته شامل اسید بوریک، بروموکروزول و متیل قرمز بود. در انتها با استفاده از محلول اسید کلریدریک یک درصد نرمال، اقدام به تیتراسیون (حجم‌سنجی) گردید و درصد پروتئین خام محاسبه شد. در نهایت، به‌منظور سنجش درصد الیاف، ۱۵۰ سی‌سی اسید سولفوریک ۰/۲۵ نرمال به ۰/۵ گرم نمونه گیاهی خشک شده در آون اضافه گردید و به‌مدت ۲۰ دقیقه جوشانده شد. بعد از شست‌وشوی کافی با آب مقطر، ۱۵۰ سی‌سی هیدروکسید پتاسیم با نرمالیته ۰/۲۲۵ اضافه و دوباره ۲۰ دقیقه جوشانده شد. بعد از شست‌وشو، چند قطره استون به آن اضافه گردید. در انتهای دوره ۲۴ ساعته قرارگیری در انکوباتور، در دسیکاتور قرار داده شد و بعد از آن توزین شد. درصد الیاف از رابطه زیر محاسبه شد:

$$\text{درصد الیاف} = 100 \times \left[\frac{(a-b)}{w}\right] \qquad (1)$$

معادله (۱)

که در این معادله، a: وزن نمونه بعد از خارج شدن از اندیکاتور، b: وزن نمونه بعد از خارج شدن از کوره الکتریکی و w: وزن نمونه قبل از قرار دادن در کوره می‌باشد (Dubois et al., 1956). علاوه‌بر شاخص‌های فوق، سایر ویژگی‌های کیفی شامل؛ ماده خشک قابل هضم، میزان الیاف غیر محلول در شوینده اسیدی، الیاف محلول در شوینده خنثی و میزان خاکستر خام در زمان برداشت علوفه مورد سنجش قرار گرفتند. بدین منظور ابتدا نمونه‌ها با آسیاب ۱۰ و با استفاده از غربال یک میلی‌متری آسیاب شدند. الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی با روش ون‌سوئت و همکاران (Van Soest et al., 1991) و با استفاده از دستگاه تجزیه

۱- یک روز قبل از آبیاری اول
۲- فاصله زمانی بین آبیاری دوم و سوم

3- Time Domain Reflectometry (TDR)
4- Dry Matter Digestibility (DMD)
5- Crude Protein (CP)
6- Crude Fiber (CF)
7- Acid Detergent Fiber (ADF)
8- Neutral Detergent Fiber (NDF)
9- Crude Ash (CA)
10- Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA

فیبر آنکوم[1] در کیسه‌های آنکوم[2] و همراه با آلفاآمیلاز مقاوم به دما اندازه‌گیری شدند. خاکستر خام نمونه‌ها به‌مدت ۱۲ ساعت در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد تعیین شد (AOAC, 2000). در جهت تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌های حاصل از نمونه‌برداری از برنامه آماری SAS نسخه ۹/۲ استفاده شد. مقایسه میانگین ویژگی‌های مورد نظر با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. سپس جهت تجزیه و تحلیل همبستگی ساده بین کلیه ویژگی‌های مورد بررسی و با استفاده از داده‌های خام آزمایش از روش پیرسون ارزیابی گردید.

نتایج و بحث

ویژگی‌های کمّی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاریخ کاشت بر علوفه خشک، وزن خشک ساقه، وزن خشک غلاف و وزن خشک برگ ($p< ۰/۰۵$) و تعداد غلاف در مترمربع و شاخص سطح برگ ($p< ۰/۰۱$) تأثیر معنی‌داری داشته است. اثر عمق کاشت بر علوفه خشک، وزن خشک ساقه، وزن خشک غلاف، وزن خشک برگ و شاخص سطح برگ ($p< ۰/۰۱$) معنی‌دار شد. اثر میزان بذر مصرفی برای کلیه ویژگی‌های کمّی مورد بررسی در این آزمایش شامل؛ علوفه خشک، وزن خشک ساقه، وزن خشک غلاف، وزن خشک برگ، تعداد غلاف در مترمربع و شاخص سطح برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲).

برهم‌کنش تاریخ کاشت × عمق کاشت بر علوفه خشک ($p< ۰/۰۵$)، وزن خشک ساقه و شاخص سطح برگ ($p< ۰/۰۱$) معنی‌دار بود. اثر متقابل تاریخ کاشت× بذر مصرفی برای علوفه خشک، وزن خشک غلاف، وزن خشک برگ، تعداد غلاف در مترمربع و شاخص سطح برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد. هم‌چنین اثرات دوگانه عمق کاشت × بذر مصرفی و اثرات سه‌گانه تاریخ‌کاشت × عمق‌کاشت × بذرمصرفی برای علوفه خشک، وزن خشک ساقه، تعداد غلاف در مترمربع و شاخص سطح برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲).

به لحاظ اینکه تیمارهای تاریخ کشت و عمق کشت از دو سطح برخوردار بودند، به‌جای روند تغییرات، فقط میانگین‌های آن‌ها در جدول ۳، ارایه گردید. نتایج نشان داد که در تاریخ کشت ۳۱ تیر، علوفه خشک، وزن خشک ساقه، وزن خشک غلاف، وزن خشک برگ و شاخص سطح برگ بیشتر از تاریخ کشت ۱۵ تیر بود. میزان علوفه خشک حاصل از تاریخ کاشت ۳۱ تیر ۱۰/۷۷ درصد و عمق کاشت یک سانتی‌متر ۱۹/۸۴ درصد به‌ترتیب بیشتر از تاریخ کاشت ۱۵ تیر و عمق کاشت دو سانتی‌متر گزارش گردید. هم‌چنین سهم وزن خشک ساقه از تاریخ کاشت ۳۱ تیر و عمق کاشت یک سانتی‌متر از کل علوفه خشک به‌ترتیب ۵۳/۹۶ و ۵۵/۲۴ درصد بود. بر همین اساس سهم وزن خشک غلاف و وزن خشک برگ از علوفه خشک برای تاریخ کاشت ۳۱ تیر به‌ترتیب ۳۴/۱۳ و ۱۱/۹۱ درصد و برای عمق کاشت یک سانتی‌متر به‌ترتیب ۳۳/۵۶ و ۱۱/۱۸ درصد تعیین گردید (جدول ۳). بنابراین، با توجه به نتایج جدول ۳، بیشترین تغییرات عملکرد علوفه خشک در اثر تیمارهای مورد بررسی، به‌ترتیب وزن خشک ساقه، شاخص سطح برگ و پس از آن، وزن خشک برگ بود. به بیان دیگر، تغییرات عملکرد علوفه بیشتر تحت تأثیر تغییرات آن‌ها بوده و افزایش تعداد غلاف در مترمربع منجر به کاهش عملکرد علوفه گردید. این مورد اخیر می‌تواند بر حساسیت زیاد این گیاه به تراکم بالا و متعاقب آن رقابت باشد. در نتایج میرمیران و همکاران (Mirmiran et al., 2008)، مشخص گردید که با افزایش عمق کاشت از یک تا ۱۰ سانتی‌متر منجر به کاهش علوفه خشک گردید، به‌گونه‌ای که اختلاف عملکرد علوفه خشک بین عمق یک و ۱۰ سانتی‌متر ۸۷/۸ درصد گزارش گردید. هم‌چنین بر اساس نتایج آن‌ها بیشترین میزان علوفه خشک در عمق کاشت دو سانتی‌متر (۲۲۴۳/۴ کیلوگرم در هکتار) در شرایط کشت گلخانه‌ای بود.

بر اساس نتایج شکل ۱، وزن علوفه خشک و وزن خشک ساقه (به‌ترتیب ۲۸۸۴/۱۳ و ۱۶۳۱/۷۱ کیلوگرم در هکتار) در تیمار میزان بذر مصرفی ۱۲/۵ کیلوگرم در هکتار، در عمق کاشت یک سانتی‌متر و در تاریخ کاشت ۳۱ تیر بالاترین مقدار بود. نکته جالب توجه اینکه در هر دو تیمار افزایش و کاهش میزان بذر مصرفی وزن علوفه خشک و وزن خشک ساقه کاهش چشم‌گیری از خود نشان داد و این روند کاهش در میزان بذر مصرفی ۲/۵ کیلوگرم در هکتار بیشتر بود (شکل ۱-A و ۱-B).

1- Fiber Analyzer, Ankom 200, Ankom Technology Crop, Fairprt, NY, USA
2- ANKOM F57

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ویژگی‌های کمّی یونجه حلزونی

Table 2- The results of ANOVA testing for quantity traits of snail medic

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی d.f	علوفه خشک Dry matter	وزن خشک ساقه Stem dry weight	وزن‌خشک غلاف Pod dry weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight	تعداد غلاف No. pods	شاخص سطح برگ Leaf area index
بلوک Block	2	145086.47	50315.89	14091.83	1565.63	71.65	0.089
تاریخ کاشت Sowing date (S)	1	156480.26*	61964.16*	12097.7*	1344.08*	6.02**	0.001**
خطای a Main error	2	15633.03	1618.59	4257.49	472.93	420.15	0.001
عمق کاشت Sowing depth (D)	1	1771557.64**	548305.07**	196153.88**	21794.17**	1912.69n.s	0.98**
تاریخ‌کاشت× عمق‌کاشت S×D	1	76157.34*	29576.02**	6082.43n.s	675.9n.s	4820.02n.s	2.28**
بذر مصرفی Seeding rate (R)	3	5364527**	1565750.55**	639341.61**	71038.33**	4197.41**	8.08**
تاریخ‌کاشت× بذرمصرفی S×R	3	7214.29**	2593.52n.s	1722.57**	191.37**	234.69**	0.09**
عمق‌کاشت× بذرمصرفی D×R	3	133723.33**	52922.43**	11981.41n.s	1331.43n.s	1083.35**	0.42**
تاریخ× عمق× بذرمصرفی S×D×R	3	108266.3**	35242.89**	11579.13n.s	1286.67n.s	385.69**	0.07**
خطایb Minor error	28	11223.27	962.97	4534.36	503.84	1604.49	0.001
ضریب تغییرات C.V (%)	-	16.07	13.22	11.49	11.49	10.83	1.65

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح کمتر از پنج درصد، یک درصد

n.s: not significant; (*) and (**): represent significant difference over control at $p<0.05$ and $p<0.01$, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت و عمق کشت بر برخی از ویژگی‌های زراعی یونجه یک‌ساله

Table 3- The effect of sowing date and sowing depth on the some traits of snail medic

ویژگی‌های مورد بررسی Surveyed traits	تاریخ کاشت Sowing date		عمق کاشت Sowing depth	
	۱۵ تیر 5 July	۳۱ تیر 21 July	۱ (cm)	۲ (cm)
علوفه خشک Dry matter (kg.ha^{-1})	1588.5b*	1851.7a	1936.9a	1552.6b
وزن خشک ساقه Stem dry weight (kg.ha^{-1})	827.3b	999.2a	1070.1a	856.4b
وزن خشک غلاف Pod dry weight (kg.ha^{-1})	570.2b	632a	650.05a	522.2b
وزن خشک برگ Pod dry weight (kg.ha^{-1})	191.08b	220.6a	216.7a	174..06b
شاخص سطح برگ Leaf area index	3.65b	3.96a	4.1a	3.8b

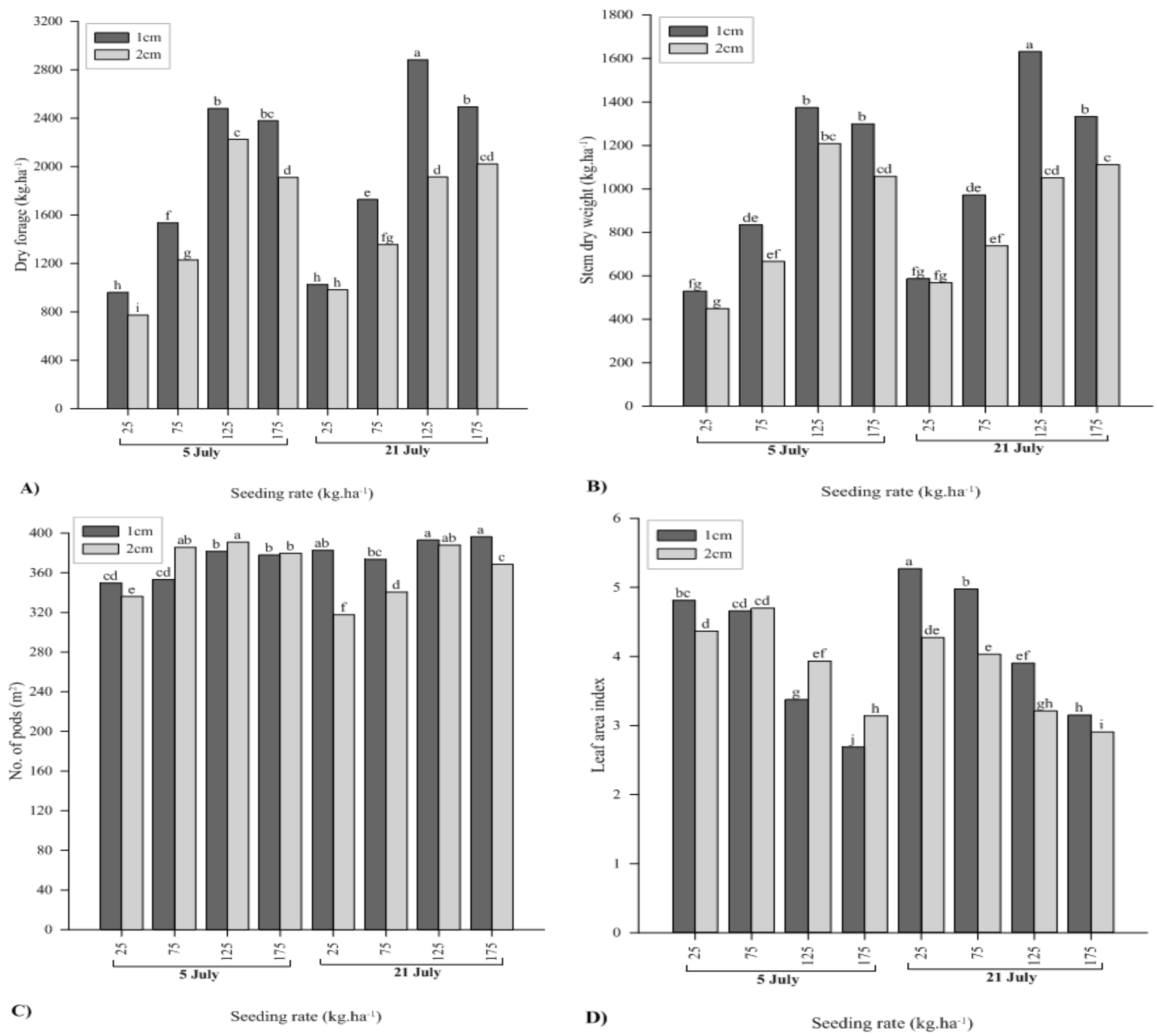
* در هر ردیف اعدادی که حروف مشترک ردیف دارند از نظر آزمون دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

* In each row, there is no significant difference between treatments with common letters according to Duncan test at <0.05.

بیشترین تعداد غلاف در مترمربع در تیمار بذر مصرفی ۱۲/۵ کیلوگرم در هکتار، عمق کاشت یک سانتی‌متر و تاریخ کاشت ۳۱ تیر مشاهده شد (۳۹۶)، هرچند که از نظر آماری به‌ترتیب با تیمارهای بذر مصرفی ۱۷/۵ کیلوگرم در هکتار، عمق کاشت دو سانتی‌متر و تاریخ کاشت ۳۱ تیر (۳۹۳)، بذر مصرفی ۱۲/۵ کیلوگرم در هکتار، عمق کاشت دو سانتی‌متر و تاریخ کاشت ۱۵ تیر (۳۹۱)، بذر مصرفی ۱۲/۵ کیلوگرم در هکتار، عمق کاشت دو سانتی‌متر و تاریخ کاشت ۳۱ تیر (۳۸۸) و بذر مصرفی ۷/۵ کیلوگرم در هکتار، عمق کاشت دو سانتی‌متر و تاریخ کاشت ۱۵ تیر (۳۸۵) اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۱-C). هر چند تعداد غلاف در مترمربع تحت تأثیر ژنتیک قرار

دارد، امّا تراکم (به‌عنوان یک اثر محیطی) می‌تواند آن را تحت تـأثیر قرار دهد (Sharafi et al., 2008).

با توجه نتایج، شاخص سطح برگ در مرحله غـلاف‌دهـی رابطـه معکوسی با میزان بذر مصرفی نشان داد. به‌طوری که با افزایش تراکم شاخص سطح برگ رونـد کاهشـی نشـان داد، بیشـترین و کمتـرین شاخص سطح برگ به‌ترتیب در تیمارهـای بـذر مصـرفی ۲۵ و ۱۷۵ کیلـوگرم در هکتـار (۵/۲۷ و ۲/۶۹) مشـاهده شـد (شـکل ۱-D). به‌عبارت دیگر، افزایش ۱۵ کیلوگرم بذر مصـرفی منجـر بـه کـاهش ۴۸/۹۵ درصد در شاخص سطح برگ خواهد شد. بنابراین، با توجه بـه ایجاد رقابت در تراکم‌های بیشتر از حد مجاز بر اثر آللوپـاتی گیاهـان ضعیف‌تر از بین می‌روند (Wu, 2005).



شکل ۱- اثرات سه‌گانه تاریخ‌کاشت × عمق کاشت× بذر مصرفی بر؛ A) علوفه خشک، B) وزن خشک ساقه C) تعداد غلاف در مترمربع و D) شاخص سطح برگ در مرحله غلاف‌دهی یونجه حلزونی

Fig. 1- The triple effects of sowing date×sowing depth×seeding rate on A) dry forage, B) stem dry weight, C) number of pod and D) leaf area index of snail medic

ویژگی‌های کیفی

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس ویژگی‌های کیفـی علوفـه یونجه حلزونی مشخص گردید که اثر تاریخ کاشت بر پروتئین خـام، خاکستر خام، الیاف غیرمحلول در شوینده اسیدی و الیاف محلـول در

شوینده خنثی در سطح پنج درصد و بر الیاف خام و ماده خشک قابل هضم در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۴). اثر عمق کاشت برای پروتئین خام، خاکستر خام و ماده خشک قابل هضم در سطح یک درصد و برای الیاف خام، الیاف غیرمحلول در شوینده اسیدی و الیاف محلول در شوینده خنثی در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر میزان بذر مصرفی نیز برای پروتئین خام در سطح پنج درصد و برای خاکستر خام، ماده خشک قابل هضم، الیاف غیرمحلول در شوینده اسیدی و الیاف محلول در شوینده خنثی در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴).

اثرات دوگانه تاریخ‌کاشت × عمق‌کاشت تنها برای صفت ماده خشک قابل هضم (p< ۰/۰۱) معنی‌دار گردید. اثرات دوگانه تاریخ‌کاشت × بذرمصرفی برای الیاف خام، خاکستر خام و ماده خشک قابل هضم، الیاف غیرمحلول در شوینده اسیدی و الیاف محلول در شوینده خنثی در سطح یک درصد معنی‌دار شد. همچنین اثرات دوگانه عمق‌کاشت × بذرمصرفی برای کلیه ویژگی‌های کیفی علوفه حاصل از یونجه حلزونی در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. در نهایت، اثرات سه‌گانه تاریخ‌کاشت × عمق‌کاشت × بذرمصرفی برای الیاف خام، ماده خشک قابل هضم، الیاف غیرمحلول در شوینده اسیدی و الیاف محلول در شوینده خنثی در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). قلعه‌نویی و همکاران (Ghalenoee et al., 2017) دریافتند که در تراکم‌های بالاتر و پایین‌تر از حد مطلوب در گیاه یونجه چندساله، درصد الیاف خام به‌شدت کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده وجود رقابت گیاهان بر سر منابع بوده و هر گونه در شرایط رقابت سهم بیشتری از مواد غذایی را صرف رشد و نمو خود نموده است.

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ویژگی‌های کیفی یونجه حلزونی

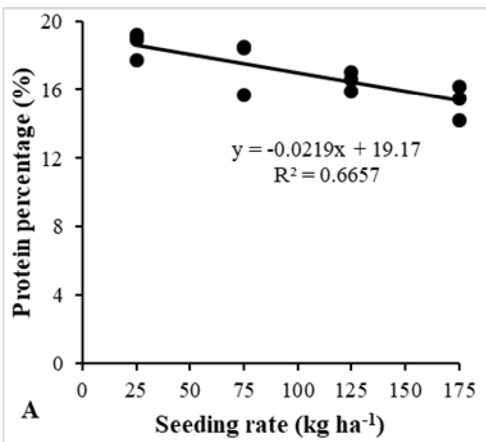
Table 4- The results of ANOVA (mean of squares) testing for quality traits of snail medic

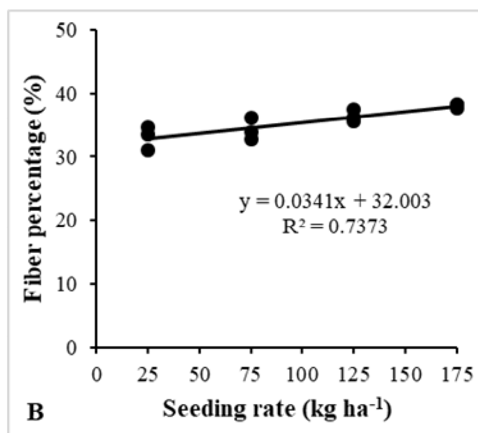
منابع تغییر S.O.V.	درجه‌آزادی d.f	پروتئین خام Crude protein (CP)	الیاف خام Crude fiber (CF)	خاکسترخام Crude ash (CA)	ماده خشک قابل هضم Dry mater digestibility (DMD)	الیاف غیرمحلول در شوینده اسیدی Acid detergent fiber (ADF)	الیاف محلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber (NDF)
بلوک Block	2	13.21	21.14	1.4	3.28	0.97	0.92
تاریخ کاشت Sowing date (S)	1	17.64*	1.06**	1.3*	0.07**	0.07*	0.06*
خطای a Main error	2	9.54	83.5	0.11	0.13	0.99	0.98
عمق‌کاشت Sowing depth (D)	1	0.83**	7.14*	0.49**	13.01**	2.39*	2.4*
تاریخ‌کاشت× عمق کاشت S×D	1	1.59n.s	16.9n.s	1.01n.s	0.01**	10.12n.s	10.1n.s
بذر مصرفی Seeding rate (R)	3	3.26*	8.57n.s	41.6**	59.5**	44.06**	44.03**
تاریخ‌کاشت× بذرمصرفی S×R	3	2.07n.s	2.2**	0.008**	0.09**	1.08**	1.08**
عمق‌کاشت× بذرمصرفی D×R	3	0.73**	1.13**	0.47**	0.86**	0.73**	0.77**
تاریخ× عمق× بذرمصرفی S×D×R	3	1.02n.s	3.52**	1.003n.s	0.97**	2.17**	2.14**
خطایb Minor error	28	0.94	5.41	0.59	1.13	4.53	4.49
ضریب تغییرات C.V (%)	-	5.72	7.13	7.06	3.22	6.67	3.52

ns، * و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح کمتر از پنج درصد، یک درصد و غیر معنی‌دار

n.s: not significant; (*) and (**): represent significant difference over control at $p<0.05$ and $p<0.01$, respectively.

به لحاظ عدم وجود تأثیر متقابل بین تیمارهای تـاریخ کاشـت و عمق کاشت برای درصد پروتئین خام و درصد الیاف خـام علوفـه، در اینجا تنها اثرات اصلی تیمارها مورد بحث قـرار گرفـت. بـه مـوازات افزایش مقـدار بـذر مصـرفی، درصـد پـروتئین خـام علوفـه بـه‌طـور چشمگیری کاهش یافت (شکل ۲-A). این در حالی است که درصـد الیاف رو به فزونی گذاشت (شکل ۲-B). با توجه به قدرمطلق مقـدار شیب (ضریب X) مندرج در معادلات ارائه شده در شکل ۲، مشـخص گردید که به‌ازای یک واحـد افـزایش در مقـدار بـذر مصـرفی، تغییـر (افزایش) درصد الیاف به‌مراتب بیشتر از تغییر (کاهش) درصد پروتئین خام علوفه بوده است. به بیان دیگر، تأثیرپذیری درصد الیـاف خـام از تراکم، شدیدتر از اثر پذیری درصد پروتئین خام از این تیمار است. بـر اساس نتایج محققین با افزایش تراکم، بهره‌برداری از منابع و شـرایط محیطی به‌علت رقابت کاهش یافته و درصد پروتئین گیاه نیز در اثـر رقابـت درون گونـه‌ای کـاهش مـی‌یابـد (Bingol et al., 2007; Bedoussac & Justes, 2011; Pellicano et al., 2015). بنابراین، انتظار می‌رفت همراه با افزایش تراکم (در اثر تثبیت نیتروژن) درصد پروتئین خام نیز افزایش یابد، امّـا بـا افـزایش تـراکم، درصـد پروتئین خام نیز کاهش یافت. این نتایج در مطالعه براتی و همکاران (Barati et al., 2015) روی یونجه چند ساله نیز مشاهده شده بـود. بر اساس مشاهدات آن‌ها افـزایش تـراکم در کشـت خـالص یونجـه یک‌ساله منجر به کاهش درصد پروتئین شده و آن را به کاهش تثبیت نیتروژن نسبت دادند.





شکل ۲- تأثیر سطوح مختلف بذر مصرفی بر A) درصد پروتئین و B) درصد الیاف یونجه حلزونی

Fig. 2- The effect of seeding rate on A) protein percentage and B) fiber percentage of snail medic

به لحاظ اینکه دو عمق کشت و تاریخ کشـت تنهـا از دو سـطح برخوردار بودند، تنها به ارائه میانگین‌ها اکتفا شد. بیشترین درصد ماده خشک قابل هضم در تیمار عمـق کاشـت یـک سـانتی‌متـر (۳۳/۵۵ درصد) بود (جدول ۵). با توجه به رابطه خطی بین درصد پروتئین خام و درصد ماده خشک قابل هضم (Ghalenoee et al., 2017)، وجود اختلاف بین دو عمق کاشت نیز قابل تصور بود. بر اثر عمیق‌تر کشت نمودن، درصد پروتئین خام به‌میزان یک درصد تقلیل یافت در مقابل، بیشترین درصد الیاف در عمق کشت دو سانتی‌متر به‌دسـت آمـد. بـا توجه به عدم تغییر درصد پروتئین در دو تاریخ کشت مورد بررسی به‌نظر می‌رسد حدود ۱۵ روز تأخیر در کشت به حدی نیست که افزایش معنی‌داری را در درصد پروتئین علوفه ایجـاد نمایـد. ایـن مسـئله در خصوص درصد الیاف علوفه نیز صادق است (جدول ۵). از این نتـایج می‌توان چنین استنباط نمود که گیاهان خانواده بقولات (به‌دلیل بالاتر بودن میزان پروتئین خام) علاوه‌بر افزایش میـزان پـروتئین خـام، در قابلیت هضم علوفه توسـط دام نیـز مـؤثر هسـتند. همچنـین درصـد خاکستر علوفه نشان‌دهنده حضور مواد معدنی در بافـت‌هـای گیـاهی است، بنابراین، هر قدر درصـد خاکسـتر بیشـتر باشـد، مـواد معـدنی بیشتری در اختیار دام قرار خواهد گرفـت و در نهایـت، ارزش غـذایی علوفه برای دام بیشتر خواهد بود. از طرف دیگر، رابطه مستقیمی بین درصد الیاف خام و درصد خاکستر وجود دارد؛ یعنی با افـزایش حجـم

بافت‌های گیاهی انتظار می‌رود درصد الیاف خام و به دنبال آن درصد خاکستر نیز افزایش یابد (Nakhzari Moghadam, 2017). بنابراین، درصد خاکستر خام مشابه درصد الیاف خام در تیمار کشت عمیـق‌تـر (۱۱/۱۸ درصد) بیشتر بود (جدول ۵).

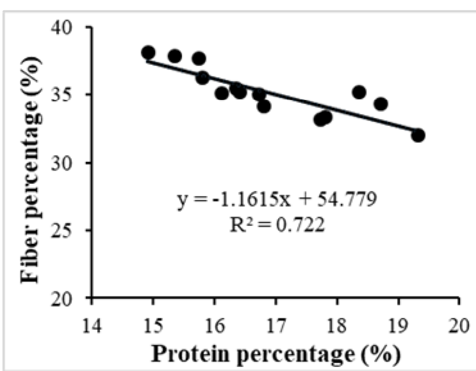
الیاف قابل حل در محلول اسیدی نشان‌دهنده سهم دیواره سلولی شامل؛ سلولز و لیگنین (به‌استثنای همی‌سلولز) در جیره‌ی دام بـوده و بیان‌گر قابلیت هضم علوفه توسط دام است، که با افزایش این شاخص از قابلیت هضم علوفه کاسته می‌شود، از سوی دیگر، الیاف قابل حـل در محلول خنثی نشان‌دهنده پتانسیل مصرف علوفه توسط دام بوده و هر قدر مقدار آن افزایش یابد مصرف ماده خشـک بـه‌دلیـل افـزایش میزان ماده سیرکنندگی علوفه، کاهش می‌یابد (Poor Amir et al., 2010). بنابراین، با توجه به نتایج به‌دست آمده، بیشترین درصد الیاف قابل حل در محلول‌های اسیدی و خنثی در تیمار عمق کاشت بیشتر مشاهده شد (به‌ترتیب ۳۲/۳ و ۴۴/۱۳ درصد) و این نتیجه بـر تـاریخ کشت نیز تأثیر مستقیم داشت به‌گونه‌ای که در تاریخ کشت دوم، یعنی ۳۱ تیرماه (به‌ترتیب ۳۲/۹۴ و ۴۶/۵۱ درصد) نیز تکرار گردید (جدول ۵).

جدول ۵- تأثیرپذیری خصوصیات کیفی علوفه یونجه حلزونی از عمق و تاریخ کاشت
Table 5- The quality traits of forage of snail medic affected by sowing date and sowing depth

ویژگی‌های مورد بررسی Surveyed traits	تاریخ کاشت Sowing date ۱۵ تیر 5 July	۳۱ تیر 21 July	عمق کاشت Sowing depth (cm) 1	2
ماده خشک قابل هضم Dry mater digestibility (DMD)	32.06[b*]	33.09[a]	33.55[a]	32.5[b]
پروتئین خام Crude protein (CP)	17.57[a]	17.36[a]	17.39[a]	16.83[b]
الیاف خام Crude fiber (CF)	31.41[b]	32.78[a]	32.02[b]	33.25[a]
خاکستر خام Crude ash (CA)	10.72[b]	11.55[a]	10.07[b]	11.18[a]
الیاف غیرمحلول در شوینده اسیدی Acid detergent fiber (ADF)	31.17[b]	32.94[a]	31.08[b]	32.3[a]
الیاف محلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber (NDF)	43.46[b]	46.51[a]	42.5[b]	44.13[a]

* اعدادی که حروف مشترک در هر ردیف دارند از نظر آزمون دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

* In each row, there is no significant difference between treatments with common letters according to Duncan test at <0.05.



شکل ۳- رابطه بین درصد پروتئین با الیاف در یونجه حلزونی
Fig. 3- The relation between protein percentage and fiber percentage in snail medic

هم‌چنین بر اساس نتایج به‌دست آمده بین درصد پروتئین و درصد الیاف رابطه منفی و معنی‌داری به‌دست آمد (شکل ۳). در نهایت، می‌توان گفت که تأثیر تراکم کشت بر این دو ویژگی بیشتر از اثر عمق کاشت بوده و این ویژگی‌های تحت تأثیر تاریخ کاشت (مورد بررسی در این آزمایش) قرار نگرفتند.

تجزیه و تحلیل آزمون همبستگی

با توجه به نتایج آزمون همبستگی مشخص شد که، علوفه خشک تولید شده همبستگی مثبت و معنی‌داری با وزن خشک ساقه (۰/۹۹)، وزن خشک غلاف (۰/۹۹)، وزن خشک برگ (۰/۹۸)، تعداد غلاف در مترمربع (۰/۴۳)، درصد خاکستر خام (۰/۷۱)، ماده خشک قابل هضم (۰/۷۸) و الیاف محلول در شوینده خنثی و از طرفی، همبستگی منفی معنی‌داری با شاخص سطح برگ (۰/۶۶-) و الیاف محلول در شوینده اسیدی (۰/۵۳-) در سطح یک درصد داشت، ولیکن با بقیه ویژگی‌های همبستگی معنی‌داری نشان نداد. هم‌چنین وزن خشک ساقه با وزن خشک غلاف، وزن خشک برگ، تعداد غلاف در مترمربع و الیاف محلول در شوینده خنثی همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد داشت، هرچند که رابطه آن با شاخص سطح برگ (۰/۶۵-) الیاف محلول در شوینده اسیدی (۰/۵۲-) گزارش گردید (جدول ۶).

با افزایش تراکم بوته رقابت گیاهان بر سر کسب منابع افزایش یافته و گیاهان در شرایط رقابت سهم بیشتری از مواد غذایی را صرف رشد و نمو خود نموده می‌نمایند (Ghalenoee et al., 2017). بنابراین، از آنجایی که رابطه درصد پروتئین و درصد الیاف معکوس است، در تراکم بیشتر با افزایش درصد الیاف، درصد پروتئین افت قابل چشمگیری نشان داد که از نظر آماری نیز معنی‌دار بود (۰/۵۹-). این نتیجه در مورد آزمون رگرسیون رابطه بین پروتئین خام و الیاف خام نیز حاصل شده بود. علاوه‌بر آن، خاکستر خام با ماده خشک قابل هضم همبستگی مثبت (۰/۸۵) و هر دوی آن‌ها با الیاف غیرمحلول در شوینده اسیدی و الیاف محلول در شوینده خنثی همبستگی منفی نشان دادند. الیاف قابل حل در محلول اسیدی نشان‌دهنده سهم دیواره سلولی شامل؛ سلولز و لیگنین (به‌استثنای همی‌سلولز) در جیره‌ی دام بوده و بیانگر قابلیت هضم علوفه توسط دام است، که با افزایش این شاخص از قابلیت هضم علوفه کاسته می‌شود، از سوی دیگر، الیاف محلول در شوینده خنثی نشان‌دهنده پتانسیل مصرف علوفه توسط دام بوده و هر قدر مقدار آن افزایش یابد، مصرف ماده خشک به‌دلیل افزایش میزان ماده سیرکنندگی علوفه، کاهش می‌یابد (Poor Amir et al., 2010). بر همین اساس همبستگی علوفه خشک با الیاف محلول در شوینده خنثی در این آزمایش منفی گزارش گردید (جدول ۶).

جدول ٦- ضرایب همبستگی پیرسون برای علوفه خشک (TDM)، وزن خشک ساقه (SDW)، وزن خشک غلاف (PDW)، وزن خشک برگ (LDW)، تعداد غلاف در مترمربع (NOP)، شاخص سطح برگ (LAI)، درصد پروتئین (CP)، درصد الیاف (CF)، خاکستر خام (CA)، ماده خشک قابل هضم (DMD)، الیاف غیرمحلول در شوینده اسیدی (ADF) و الیاف محلول در شوینده خنثی (NDF) در یونجه حلزونی

Table 6- Pearson's correlation coefficients among measured traits: dry forage (TDM), stem dry weight (SDW), pod dry weight (PDW), leaf dry weight (LDW), number of pod (NOP), leaf area index (LAI), crude protein (CP), crude fiber (CF), crude ash (CA), dry mater digestibility (DMD), acid detergent fiber (ADF) and neutral detergent fiber (NDF) of medicago scutellata

ویژگی‌ها Traits	TDM	SDW	PDW	LDW	NOP	LAI	CP	CF	CA	DMD	ADF	NDF
TDM	1											
SDW	0.99**	1										
PDW	0.99**	0.96**	1									
LDW	0.98**	0.96**	0.98**	1								
NOP	0.43*	0.39*	0.46*	0.47*	1							
LAI	-0.66**	-0.65**	-0.66**	-0.66**	-0.18n.s	1						
CP	-0.11n.s	-0.14n.s	-0.08n.s	-0.08n.s	-0.05n.s	0.15n.s	1					
CF	0.13n.s	0.13n.s	0.14n.s	0.13n.s	-0.12n.s	-0.19n.s	-0.59**	1				
CA	0.71**	0.7**	0.71**	0.74**	0.37*	-0.73**	-0.12n.s	0.08n.s	1			
DMD	0.78**	0.76**	0.79**	0.79**	0.49*	-0.72**	-0.15n.s	0.22n.s	0.85**	1		
ADF	-0.53**	-0.52**	-0.54**	-0.54**	-0.33*	0.51**	0.09n.s	-0.08n.s	-0.81**	-0.77**	1	
NDF	0.53**	0.52**	0.54**	0.54**	0.33*	-0.54**	-0.09n.s	0.08n.s	-0.87**	-0.71**	-0.92**	1

ns: غیر معنی‌دار * و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح کمتر از پنج و یک درصد

n.s: not significant; (*) and (**): represent significant difference over control at p<0.05 and p<0.01, respectively.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج در این آزمایش و شرایط اقلیمی نیمه‌خشک منطقه، گیاه یونجه حلزونی توانایی تحمل شرایط محیطی شهر اراک را دارد. بر اساس نتایج عملکرد علوفه گیاه یونجه حلزونی تابعی از وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ، تعداد غلاف و شاخص سطح برگ است و از طرف دیگر، وزن خشک غلاف تأثیر منفی بر عملکرد ماده خشک آن می‌گذارند. بدین معنی که در کشت عمیق وزن خشک ساقه و وزن خشک غلاف و در تاریخ کشت دیرتر وزن خشک غلاف و شاخص سطح برگ اثرات منفی بر عملکرد ماده خشک خواهند داشت. هم‌چنین هر قدر گیاه دیرتر و در عمق کم کشت شود وزن خشک ساقه افزایش نشان داده، در حالی‌که همین شرایط در تیمار تاریخ کاشت برای وزن خشک غلاف برعکس بود. شایان ذکر است که شاخص سطح برگ رابطه مستقیمی با طول دوره رشد نشان داد، به این معنی که هر قدر طول دوره رشد گیاه و دمای محیط کمتر بوده شاخص سطح برگ نیز افزایش یافت. هم‌چنین این صفت تحت تأثیر عمق کاشت قرار گرفت و همچنان که انتظار می‌رفت با افزایش میزان بذر مصرفی در هکتار شاخص سطح برگ روند نزولی (اختلاف معنی-دار در سطح یک درصد) نشان داد.

در رابطه با اثر میزان بذر مصرفی باید اشاره نمود این گیاه حساسیت بالایی به تراکم بالا نشان می‌دهد، به این معنی که تراکم مناسب در تولید ماده خشک توسط گیاه یونجه حلزونی بسیار مهم می‌باشد. تراکم متعادل بوته رابطه مستقیمی با تولید علوفه خشک دارد و از طرفی، رقابت برون گونه‌ای و درون گونه‌ای و حاصلخیزی خاک در مدیریت این گیاه بسیار مهم هستند. اعمال تراکم نامناسب در این گیاه می‌تواند موجب افزایش رقابت میان بوته‌ها در جذب نور، آب و مواد غذایی گردد و در نهایت، منجر به کاهش علوفه خواهد گردید. بیشترین وزن علوفه خشک و وزن خشک ساقه (۲۸۸۴/۱۳ کیلوگرم در هکتار) در تیمار میزان بذر مصرفی ۱۲/۵ کیلوگرم در هکتار، در عمق کاشت یک سانتی‌متر و در تاریخ کاشت ۳۱ تیر مشاهده شد. بنابراین، با توجه به نتایج به‌دست آمده میزان بذر مصرفی ۱۲/۵ کیلوگرم در هکتار (معادل ۸۵ بوته در مترمربع) عملکرد کمّی و کیفی بهتری را نشان داد. میزان خوش‌خوراکی علوفه تولید شده در زمان غلاف‌دهی، رابطه مستقیمی با درصد پروتئین تولیدی دارد و رابطه درصد پروتئین و درصد الیاف معکوس بوده، چرا که با افزایش درصد الیاف درصد پروتئین افت قابل چشمگیری نشان می‌دهد که از نظر آماری نیز معنی‌دار گشته است. هم‌چنین با توجه به نتایج آزمایش از بین تیمارهای مورد بررسی تراکم بیشترین تأثیر را بر کیفیت علوفه داشت. با افزایش تراکم درصد پروتئین کاهش معنی‌داری داشت و این نتیجه برای درصد الیاف معکوس بوده است.

با توجه به اتمام بارندگی‌های فصل بهار در اردیبهشت ماه و عدم انطباق دمای هوا با دمای خاک، کشت دیم یونجه حلزونی در شرایط اقلیمی شهر اراک امکان‌پذیر نمی‌باشد. هم‌چنین با توجه به اختصاص اراضی مرغوب شهر اراک به کشت محصولاتی نظیر چغندرقند، لوبیا و ذرت، کشت یونجه حلزونی در فصل بهار صرفه اقتصادی ندارد. علاوه‌بر موارد مذکور، در سال‌های اخیر به‌دلیل عدم وجود بازار مناسب برای فروش سایر محصولات در مقایسه با گندم و کلزا، کشت مداوم آن‌ها رونق بیشتری یافته است. بنابراین هدف از این پژوهش از یک سو، معرفی یک گیاه سریع‌الرشد تحت عنوان گیاه پوششی و جایگزین آیش تابستانه به تناوب زراعی (گندم-یونجه حلزونی-کلزا-یونجه حلزونی) جهت بهره‌وری بیشتر از منابع آب و زمین در شرایط آب و هوایی شهر اراک بود. در نهایت، پیشنهاد می‌گردد نقش این گیاه در کنترل فرسایش و فروسایش، کشت مخلوط با سایر گیاهان و تأثیر سطوح کود دامی بررسی گردد.

References

AOAC., 2000. Association of official analytical chemists. Official methods of analysis, 17th Ed., Arlington, VA.

Bagheri, A.R., and Asadi, S., 2019. Determination of suitable areas to cultivating snail medic (*Medicago scutellata* L.) using the Analytical Hierarchy Process (AHP) and Geographic Information System (GIS) in the province of Kermanshah. Journal of Agroecology 11(2): 467-482.

Barati, S., Bassiri, M., Vahabi, M.R., Mosaddeghi, M.R., and Tarkesh, M., 2015. Yield evaluation of *Medicago sativa* L. and *Bromus tomentellus* Boiss. in mono-cropping and intercropping. Journal of Rangeland 8(4): 318-327. (In Persian with English Summary)

Bauchan, G.R., Diwan, N., and McIntosh, M., 1993. Development and evaluation of a core germplasm collection of annual Medicago species in the United States. pp. 265-266. In: Proceedings of the XVII International Grassland Congress. New Zealand.

Bedoussac, L., and Justes, E., 2011. A comparison of commonly used indices for evaluating species interactions and intercrop efficiency: Application to durum wheat–winter pea intercrops. Field Crops Research 124(1): 25-36.

Bidadi, M.J., Kamkar, B., and Abdi, O., 2014. Suitable areas zoning of soybean cropping in Qarasoo basin by geographical information systems (GIS). Journal of Crop Protection 7(1): 175-187. (In Persian with English Summary)

Bingol, N.T., Karsli, M.A., Yilmaz, I.H., and Bolat, D., 2007. The effects of planting time and combination on the nutrient composition and digestible dry matter yield of four mixtures of vetch varieties intercropped with barley. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 31(5): 297-302.

Delpozo, A., and Ovalle, C., 2009. Productivity and persistion of yellow serradella (*Ornithopus compressus* L.) and *(Biserradella pelecinus* L.) in mediterranean climate region of central Chile. Journal of Agriculture Research 69(3): 340-349.

Dorri, M., Naseri, G., and Akbarzadeh, H., 2007. Annual production of alfalfa cultivars under rainfed conditions in Gorgan. Journal of Research of Grassland and Desert 4: 455-463. (In Persian with English Summary)

Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebes, P.A., and Smith, F., 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Annual Chemistry 28: 350-356.

Esfandiari, S., Morad-Hasanloo, A., Farshadfar, M., and Safari, H., 2008. Comparison of performance and physiological characteristics of 5 drylands annual alfalfa in Kermanshah province. Research Journal of Genetics and Breeding of Pastures and Forests (16): 294-285. (In Persian with English Summary)

Eric, G., Louahlia, S., Irigoyen, J.J., Sanchez-Diaz, M., and Avice, J.C., 2010. Biomass partitioning, morphology and water status of four alfalfa genotypes submitted to progressive drought and subsequent recovery. Journal Plant Physiology 167: 114–120.

Ghalenoee, S., Koocheki, A., Poryazdi, M., and Jahan, M., 2017. Effect of different treatments on row crop and mixed of sesame and bean yield and yield components. Iranian Journal of Field Crops Research 15(3): 588-602. (In Persian with English Summary)

Hamidi, H., and Safarnejad, A., 2010. Effect of drought stress on alfalfa cultivars (*Medicago sativa* L.) In germination stage. Journal of Agriculture and Environmental Science 8(6): 705-70.

Otroshi, M., Zamani, A., Khodambashi, M., Ebrahimi, M., and Struik, P.C., 2009. Effect of exogenous hormones and chilling on dormancy breaking of seeds of asafoetida (*Ferula assafoetida* L.). Research Journal of Seed Sciences 2: 9-15.

Mirmiran, M., Azizi, K., and Amini Dehaghi, M., 2008. Effect of some of agronomy factors (Sowing depth with pod and without pod and seeding rate) on quality and quantity yield of Snail Medic. Proceedings of the 9th National Congress on Agronomy and plant breeding, September 2008, Karaj, Iran. (In Persian)

Nakhzari Moghadam, A., 2017. Effect of nitrogen and row cropping pattern on the quantity and quality of forage and pea and equipotential equity. Journal of Crops Production 10(1): 54-39. (In Persian with English Summary)

Pellicano, A., Romeo, M., Pristeri, A., Preiti, G., and Monti, M., 2015. Cereal-pea intercrops to improve sustainability in bioethanol production. Agronomy for Sustainable Development 35: 827–835.

Poor Amir, F., Koocheki, A., Nassiri, M., and Ghorbani, R., 2010. Evaluation of yield and yield components in sesame and pea intercropping replacement series. Iranian Journal of Agricultural Research 8(5): 757-747. (In Persian with English Summary)

Qeisarian, F., 2007. Investigation of seeding rate on *Medicago scutellata* yield. Research project of Agri-jahad, 80/241. Agricultural Research, Education and Extension Organization. (In Persian with English Summary)

Sandgoul, A., Chaichi, M.R., and Kolagry Biyabani, A., 2006. Yield comparison of five annual medics in Gorgan. Journal of Research in Grassland and Desert 13(1): 63-68. (In Persian with English Summary)

Shabani, G., Chaichi, M.R., Ardakani, M.R., and Friedel, J.K., 2015. The effect of different nutritional systems, harvest management and post-harvest period on hard-seed breakdown trend in annual medic (*Medicago scutellata* cv. Robinson). Agronomy Journal (Pajohesh and Sazandegi) 108: 74-80. (In Persian with English Summary)

Shabani, GH., Shams, K., Chaichi, M.R., Salimi, G., Akhtyari, S., Ardekani, M.R., Khavazi, K., Eshghizadeh, H.R., and

Feridel, U., 2012. Effect of management seed production on handedness of annual medic (*Medicago scutellata* Var Robinson). Iranian Journal of Crop Science 42(4): 715-722. (In Persian with English Summary)

Sharafi, S., 2020. Effective methods for improving seed germination of *Medicago scutellata* affected by salinity and drought. Iranian Journal of Seed Research 6(1): 12-30. (In Persian with English Summary)

Sharafi, S., Ahmadi, M.R., Ghonji, N., and Nassiri, E., 2019. Effect of stratification on seed germination of annual Medic affected by salinity and drought stresses. 6th Scientific Research Congress on Development and Promotion of Agriculture and Natural Resources, Tehran, Iran. (In Persian)

Sharafi, S., Ghasemi, S., and Gholipoor, M., 2008. The effectiveness of yield and some attributes of *Medicago scutellata* var Rabinson from sowing date, sowing depth and seeding rate. Proceedings of the 9th National Congress on Agronomy and Plant Breeding, September 2008, Karaj, Iran. (In Persian)

Sharafi, S., Khaneh, Z., Akhlaghi, S., and Jouyban, Z., 2012. Germination, seed reserve utilization and seedling growth rate of five crop species as affected by salinity and drought stress. Life Science Journal 9(1): 94-101.

Sharafi, S., Ramroudi, M., Nassiri, M., Galavi, M., and Kamali, G.A., 2017. Assessment of moisture status and crop production in different climate of Iran. Journal of Agriculture Knowledge and Sustainable Production 7(1): 103-120. (In Persian with English Summary)

Van Soest, P.J., Robertson, J.B., and Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharide in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74(10): 3583-3597.

Walsh, M.J., Delancy, R.H., Groose, R.W., and Krall, J.M., 2001. Performance of annual medics species (*Medicago* spp.) in southeastern Wyoming. Agronomy Journal 93: 1249-1256.

Wu, H., 2005. Molecular approaches in improving wheat allelopathy. Proceedings of the 4th World Congress on Allelopathy, Aggust 2005, Wagga Wagga, Australia.

Yousfi, N., Slama, I., Ghnaya, T., Savoure, A., and Abdelly, C., 2010. Effects of water deficit stress on growth, water relations and osmolytes accumulation in *Medicago truncatula* and *M. laciniata* populations. Crop Research and Biology 333: 205–213.

Journal of Agroecology
Vol. 13, No.4, Winter 2022, p. 689-704

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، ص ۷۰۴-۶۸۹

Evaluation of Quantitative and Qualitative of *Medicago scutellata* Affected by Sowing Date, Sowing Depth, and Seeding Rate

S. Sharafi[1*] and M. Ramroudi[2]
Submitted: 29-02-2020
Accepted: 30-09-2020

Sharafi, S., and Ramroudi, M., 2022. Evaluation of quantitative and qualitative of *Medicago scutellata* affected by sowing date, sowing depth, and seeding rate. Journal of Agroecology 13(4):689-704.

Introduction

Given recent droughts, *Medicago scutellata* Var. Rabinson has taken an important position in crop rotation, especially in semi-arid regions. Therefore, agronomy management factors play an important role in improving its growth. Also, regarding its short growth period length, its quantitative and qualitative forage yield has been high, and it can be sown through dry-farming in regions with 300-500 mm of rainfall. On the other hand, given the importance of forage cultivation in agriculture and water shortage in Iran, we can try to cultivate fallow lands. The aim of this study was to evaluate the effect of different agronomic management methods on the quantitative and qualitative snail medic forage yield and to compare the relative contribution of components to increasing it under the climate of Arak.

Materials and Methods

In this study, two sowing dates (July 15 and 22, 2017) as main plot, two sowing depths (1-2 and 2-4 cm), and four seeding rates (2.5, 7.5, 12.5, and 17.5 kg ha^{-1} equal to 20, 50, 80, and 125 plants m^{-2}) as subplots were investigated. The experiment conducted in split plot factorial based on randomized complete block design with three replications. It is noteworthy that due to seed hardness, the average number of germinated seeds was low. The measured traits in this study included forage dry weight, stem dry weight, pod dry weight, leaf dry weight, number of pods per m^2, leaf area index (LAI), dry mater digestibility (DMD), crude protein (CP), crude fiber (CF), crude ash (CA), acidic detergent insoluble fiber (ADF) and neutral detergent soluble fiber (NDF) in the final stages of forage harvesting. Finally, using the statistical software SAS, we performed analysis of variance, comparison of means using Duncan's multiple range test at 5% probability level and correlation analysis.

Results and Discussion

The results showed that the highest dry forage weight and dry stem weight (2884.13 and 1361.71 $kg.ha^{-1}$, respectively) were observed in the treatment of seeding rate of 12.5 kg ha^{-1}, at sowing depth 1cm and on the sowing date of July 21. Accordingly, the amount of dry forage obtained from the sowing date of July 21 and the sowing depth of 1 cm was 10.77 and 19.84% more than that of the sowing date of July 5 and the sowing depth of 2 cm, respectively. The portion of dry stem weight in the sowing date of July 21 and sowing depth of 1 cm was 53.96 and 55.24% of the dry forage weight, respectively. Furthermore, the portion of the pod and dry leaf weights from the dry forage for sowing date of July 21 were respectively reported as 34.13 and 11.91%, and for sowing depth of 1cm were, respectively, 33.56 and 11.18%. As the amount of seeding rate increased, the CF increased, and the percentage of CP decreased. By taking into account the absolute value of the slope value of the equations of these two traits, it was found that the effect of density on the CF is more than the effect of this treatment of CPP. According to the obtained results, the sowing date of July 21, the sowing depth of 1 cm, and the consumed seed of 12.5 kg ha^{-1} showed an appropriate quantitative and qualitative yield. Also, according to the results of the correlation test, it was determined that the dry forage produced had a positive correlation with the stem dry weight (0.99^{**}), the pod dry weight (0.99^{**}), the leaf dry weight (0.98), the number of pods per m^2

1- Assistant Professor, Department of Environment, and Science Engineering, Faculty of Agriculture and Environment, Arak University, Arak, Iran.
2- Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran.
(* Corresponding author: s-sharafi@araku.ac.ir)
Doi: 10.22067/jag.v13i4.85812

(0.43*), the CA (0.71**), DMD (0.78) and NDF. On the other hand, a negative correlation was found with LAI (-0.66**) and ADF (-0.53**).

Conclusion

Regarding the absolute value of the slope in the equations pertaining to these two properties, it was found that the susceptibility of fiber percentage to density was higher than the susceptibility of crude protein percentage in this treatment. In deeper sowing, the obtained protein percentage was 1% lower, while the lowest fiber percentage occurred in shallow sowing. Generally, we can say that this crop has a high sensitivity to high densities. Based on the results, there were the relation between regression and correlation results.

Key words: Drought, Fiber percentage, Protein percentage, Summer sowing.